

В.І. Дешко, Н.А. Буяк, І.Ю. Білоус, М.В. Гурєєв, О.О. Голубенко

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна*

## ВПЛИВ ТЕПЛОІНЕРЦІЙНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОГОРОДЖЕНЬ НА УМОВИ КОМФОРТНОСТІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ЕНЕРГООЩАДНИХ РЕЖИМІВ ОПАЛЕННЯ В БУДІВЛЯХ

Проаналізована зміна енергопотреб та показників теплового комфорту для репрезентативних приміщень з різним тепловим захистом, орієнтацією та за умов застосування енергоощадних режимів опалення. Встановлено, що провадження переривчастих режимів опалення призводить до зменшення споживання тепла до 13% для всього опалювального періоду. Для зимового періоду року економія становить (8...10) %, для періоду міжсезоння – до 25%. Представлена залежність між зміною індексу теплового комфорту та параметрів довкілля. Введення переривчастого режиму нагрівання не тільки знижує споживання тепла, але і знижує негативний PMV в середньому на 20%, але не виходячи з допустимого діапазону комфортних умов (-0,5 ... 0,5).

**Ключові слова:** енергопотреба, умови комфорту, радіаційна температура, переривчасте опалення.

### Постановка проблеми

Від якості мікроклімату у приміщеннях залежить продуктивність праці та комфорт мешканців, який визначається суб'єктивними та об'єктивними параметрами, а відповідно до обраної моделі теплового комфорту розрізняють ще і різні показники. Забезпечення та оцінка умов комфортності є актуальним питанням і в Україні визначається наступними стандартами: ДСТУ Б EN 15251: 2011 [1], ДСТУ Б EN 15261: 2012 [2], ДСТУ Б EN ISO 7730: 2011 [3], [4]. На основі яких розраховують показники PMV (прогнозована середня оцінка тепловідчуттів людини, індекс теплового комфорту), PPD (прогнозований процент незадоволених тепловим середовищем) [3] та визначають категорію будівлі [1], щодо забезпечення комфортних умов.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Енергоспоживання будівлі залежить від різних факторів, рівень комфорту ж визначається на основі температури повітря у приміщенні. Це звичні уявлення що покладені в основі стандартів по енергоефективності. Однак, питання теплового комфорту є досить актуальними і розвиваються починаючи з 1970 р. Фангером [5]. В основі стандартів по мікроклімату лежить енергетична модель теплового комфорту [6]. Особлива увага приділяється адаптивним моделям [7–11] та ексергетичному підходу до теплового комфорту [12–18]. Розвиток ексергетичного підходу до теплового комфорту, що дозволяє враховувати механізм терморегуляції людини, а отже і

знижити рівень комфортних температур, тим самим забезпечуючи економію енергоресурсів представлено у роботах M.Prek [6], Shukuya [13–15], Isawa [18] та ін.

Показники теплового комфорту залежать від суб'єктивних та об'єктивних параметрів мікроклімату приміщення. Середня радіаційна температура динамічно змінюється протягом опалювального періоду і суттєво впливає на тепловідчуття людини, що встановлено раніше [15]. Вплив параметрів довкілля на показники теплового комфорту визначався для літніх умов [19]. Для опалювального періоду в умовах України такі дослідження є актуальними.

В останні десятиліття стрімко зростає кількість праць, присвячених питанню теплового комфорту [7]. Об'єктивно є необхідність міждисциплінарного підходу до вивчення питань теплового комфорту. Такі дослідження є кроком у вирішенні питання щодо зміни клімату та створення енергоефективних будівель з належним рівнем комфортних умов.

Зниження енергоспоживання будівель є важливим завданням сьогодення, однак при цьому слід враховувати і забезпечувати належний рівень теплового комфорту, що передбачено вище зазначеними стандартами [1–3]. Оцінка зміни умов комфортності за умови термосанації будівлі показує зміну категорії будівлі щодо забезпечення комфортних умов при зміні термічного опору огорожень до сучасних вимог [20]. Зниження температури повітря у приміщенні у не робочі години дозволяє знизити енергоспоживання, однак досліджень впливу цього енергозберігаючого заходу на показники теплового комфорту не проводилося. Крім того, зниження темпе-

ратури слід обґрунтовувати на основі значень індексу PMV.

**Метою цієї статті** є аналіз впливу на енергопотребу та на індекс теплового комфорту (PMV) зміни параметрів теплоізоляційної оболонки зовнішніх стін, їх різній орієнтації, за умови використання енергоощадних режимів опалення при застосуванні динамічного ВЕМ моделювання.

### Виклад основного матеріалу

**Вихідні дані.** Для дослідження будівлі створено динамічні імітаційні моделі кімнати на базі програмного продукту EnergyPlus [21] для теплофізичних властивостей огорожень типу "хрущівка" та "сталінка" для коефіцієнту засклення 0.4 орієнтованих на північну (Пн) та південну (Пд) сторону. Розміри кімнати 5,5х6,1 м, висота приміщення 3,2 м. Кімната має одну зовнішню стіну (5.5 м) з вікном [22]. Вікно - двокамерний металопластиковий склопакет з повітряним заповненням. Несуча частина зовнішньої стіни виконана на основі цегельної кладки в дві цегли (500 мм). Несуча частина внутрішніх стін виконана з цегляної кладки в півцегли. Перекриття

над опалювальними приміщеннями залізобетонні – 20 см. Вентиляція природна з кратністю повітрообміну 1 год<sup>-1</sup>. Шар утеплювача - 10 см. Система опалення повітряна. В дослідженні використані погодинні кліматичні дані типового року міжнародного погодного файлу IWEC для умов міста Києва [22], які представлені в розширенні "EPW" для легкої синхронізації з імітаційною моделлю на основі EnergyPlus.

Для оцінювання показників теплового комфорту суб'єктивні параметри комфортності приймаються наступними [22]: термічний опір одягу людини  $I_{clo}=0.155 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ ; активність людини (метаболізм)  $M=70 \text{ Вт/м}^2$ .

*Енергопотреба та навантаження на систему опалення для різних графіків температури у приміщенні*

На рис. 1 наведено енергопотребу для річних інтервалів на опалення для репрезентативних приміщень новобудов та старих будівель для різних графіків регулювання температури повітря в кімнаті (провал) та без регулювання.

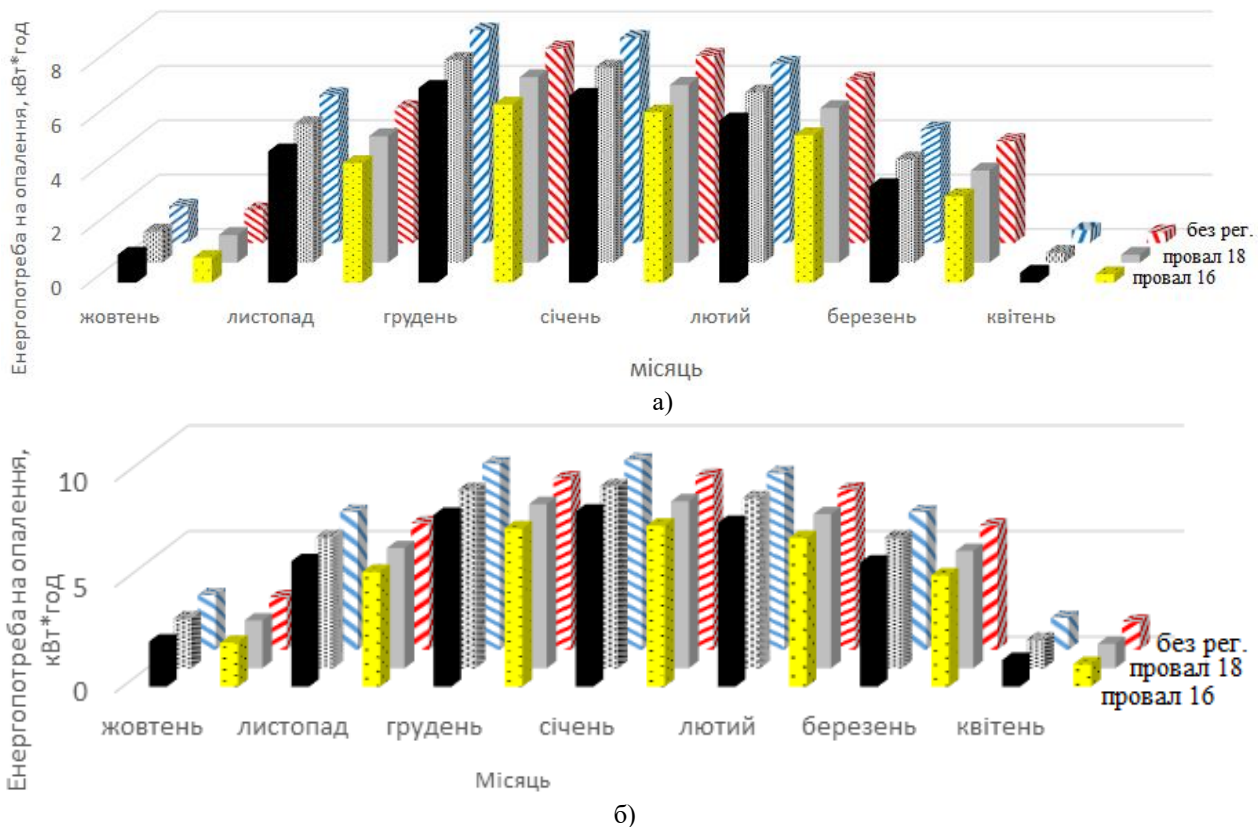


Рис. 1. Енергопотреба на опалення при впровадженні переривчастих режимів опалення для приміщень, орієнтованих на південь (а) та північ (б):

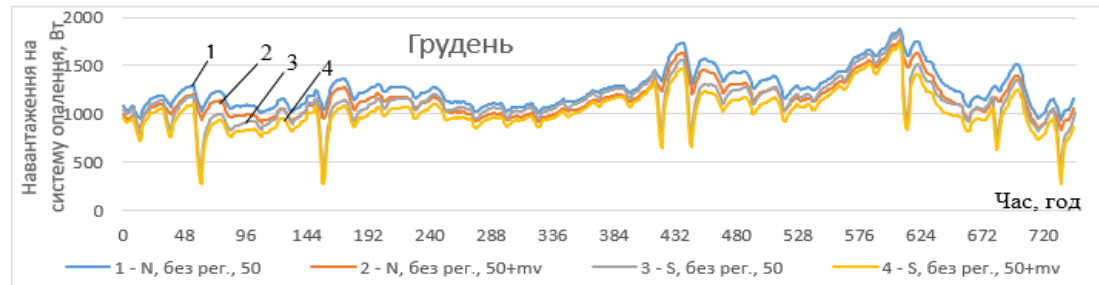
- ■ ■ - товщина несучого шару червоної цегли 50 см; ■ ■ ■ - товщина несучого шару червоної цегли 50 см та наявність утеплювача мінеральна вата - 10 см;
- без рег. – без регулювання опалення, температура в приміщенні 20°C; - провал 16 та 18 – рівень температури в неробочі години при впровадженні переривчастих режимів опалення, °C.

З рис. 1 слідує, що енергопотреба на опалення для зимових місяців відрізняється для північної (Пн) та південної (Пд) орієнтацій на 15-20%, для більш теплих місяців опалювального сезону дана відмінність більша та знаходиться в межах 40-65%.

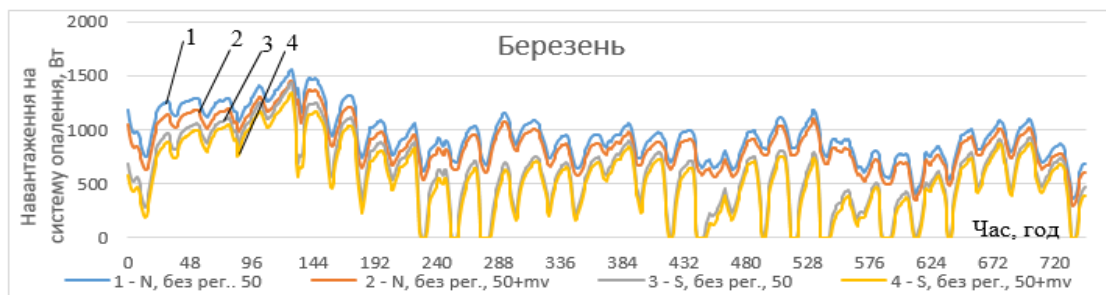
Впровадження переривчастих режимів опалення призводить до зменшення споживання тепла до 13% загалом для опалювального періоду. Для зимо-

вого періоду року даний економія становить 8-10%, а для періоду міжсезоння до 25%.

Для детального аналізу погодинних коливань навантаження виділено два місяці: для холодного періоду року з низькою сонячною активністю – грудень (рис. 2, а), для періоду міжсезоння – березень (рис. 2, б).



а)



б)

Рис. 2. Навантаження на систему опалення для грудня (а) та березня (б):  
S – приміщення орієнтовані на південь; N – приміщення орієнтовані на північ.

Для північної орієнтації та безсонячних днів будь-якої орієнтації нанесення утеплювача більш відчутно впливає на навантаження на систему опалення. На рис. 2, а разові суттєві зниження навантаження на систему опалення для південної орієнтації пояснюється одноденними сплесками сонячної активності. На рис. 2, б для південної орієнтації для теплих місяців опалювального періоду характерні часті короткострокові відключення опалення.

*Індекс теплового комфорту для різних графіків температури у приміщенні*

Індекс теплового комфорту PMV розраховується відповідно до ДСТУ Б EN ISO 7730: 2011 [3] для робочих годин опалювального періоду для репрезентативного приміщення із зовнішньою стіною, орієнтованою на Пн та на Пд, із застосуванням енергоощадних режимів опалення. Оскільки PMV – це індекс теплового комфорту, що залежить від суб'єктивних параметрів людини (а саме одяг та активність). Тому PMV розраховувався тільки для робочих годин.

На рис. 3.а представлено зміну PMV для робочих годин опалювального періоду для зовнішньої стіни Пд орієнтації. Аналогічні розрахунки проведені для Пн орієнтації. PMV для зимових місяців має се-

реднє значення на рівні -0,4 ...-0,5 з погодинними збільшеннями амплітуди коливань в період міжсезоння до 0,9-1,1 для стіни Пд орієнтації. Для Пд орієнтації спостерігаються пікові значення PMV, що обумовлено сонячними теплонадходженнями, для Пн орієнтації графік більш плавний. Впровадження енергоощадних режимів опалення (зменшення температури повітря в неробочі години на 4°C) призводить до зменшення PMV на 0,2 для всіх орієнтацій.

Відрізняється, тим що амплітуди коливань в період міжсезоння для Пн орієнтації від'ємні, для Пд – додатні. Крім того, для Пд орієнтації спостерігаються окремі піки PMV для всього холодного періоду в сонячні години.

Впровадження переривчастих режимів опалення призводить до зменшення споживання тепла і до зниження PMV в середньому на 20 %. Для зимового періоду зниження PMV становить 18-25%, а для періоду міжсезоння до 100% (за базовий варіант обрано режим для якого немає зниження температури в неробочі години). Встановлення додаткового шару теплоізоляції підвищує PMV на 5 – 40 % для стіни Пн орієнтації та на 6-80 % для Пд орієнтації.

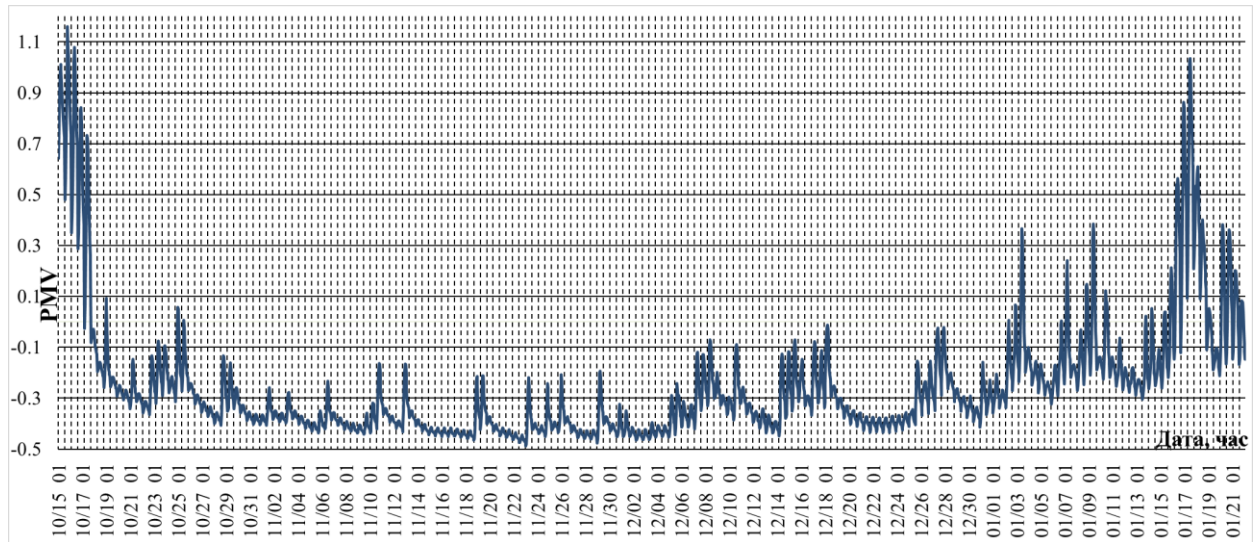


Рис. 3. Значення PMV для опалювального періоду в робочі години з 8 – 20.00 для моделі з Пд орієнтацією без ізоляції та регулювання

Для детального аналізу погодинних коливань PMV та середньої радіаційної температури  $t_r$  виділено два місяці: для холодного періоду року з низькою сонячною активністю – грудень (рис. 4, 5 а), для періоду міжсезоння – березень (рис. 4, 5, б).

Аналіз даних рис. 4, 5 показує, що зміни PMV при розгляді приміщень різної орієнтації викликані зміною середньої радіаційної температури для Пн, а при застосуванні енергоощадних режимів опалення ще й впливом на радіаційну температуру в робочі години зниження температури повітря у приміщенні в неробочі години. У грудні найнижчі значення PMV -0,59, що обумовлено зниженням середньої радіаційної температури до 17 °С, а найвищі -0,13 , для  $t_r=22^\circ\text{C}$ . Отже, у грудні регулювання для приміщення із Пн орієнтацією обумовлює зниження PMV

на 16 – 24%, а з Пд 16–64%. У березні – найнижчі значення PMV досягають -0,55, а  $t_r=17,5^\circ\text{C}$ , а найвищі 0,45, для  $t_r= 25^\circ\text{C}$ . Що обумовлено надходженням сонячного випромінювання і дозволяє для приміщень Пд орієнтації прогнозувати додатково знижувати температуру зміною надходжень без погіршення умов комфортності.

Слід зазначити, що зниження PMV нижче -0,5 та підвищення вище 0,5 обумовлює зміну категорії будівлі щодо забезпечення комфортних умов з І-ї на П-у. Отже для приміщення зі стіною Пд орієнтації зміна категорії будівлі обумовлена піками сонячного випромінювання, а також зниженням температури у не робочі години до 16 °С, а для Пн орієнтації – тільки зниженням температури.

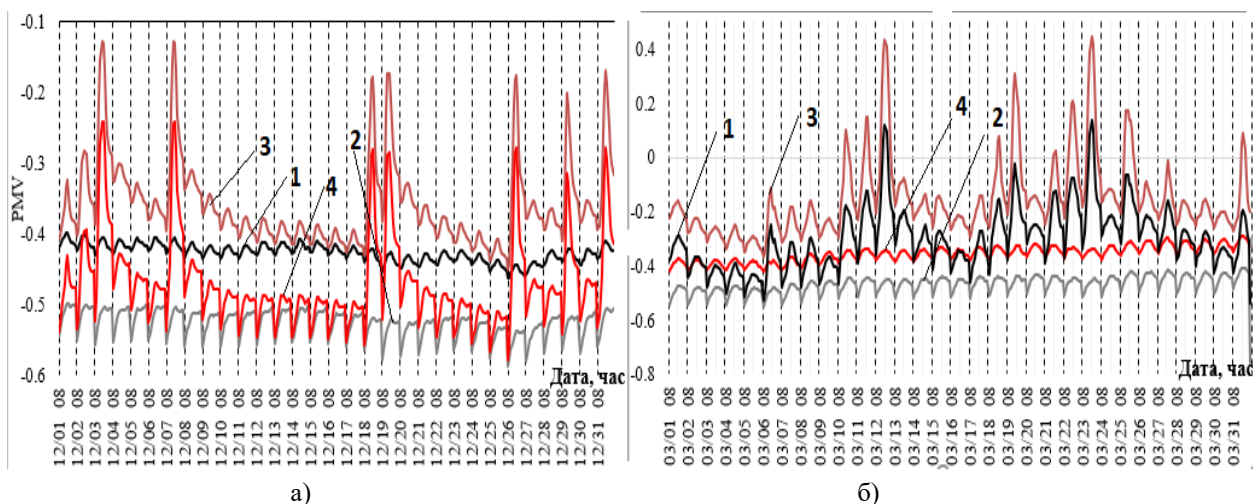


Рис. 4. Значення PMV у грудні (а) та березні (б) в робочі години з 8 до 20.00:

Пн — 1— без регулювання; — 2— провал 16 °С; Пд — 3— без регулювання; — 4 — провал 16 °С



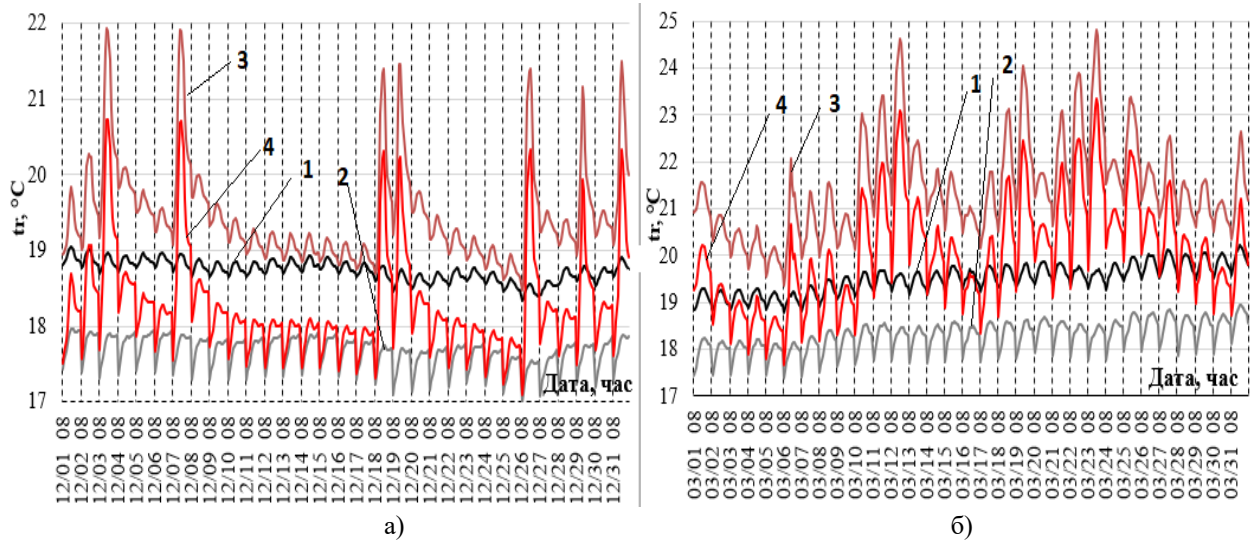


Рис. 5. Середня радіаційна температура повітря у грудні (а) та березні (б) в робочі години з 8 до 20.00: Пн — 1— без регулювання; — 2— провал 16 °С; Пд — 3— без регулювання; — 4— провал 16 °С

## Висновки

Проведено дослідження енергопотребі будівлі та індексу теплового комфорту для утепленого та неутепленого репрезентативних приміщень з орієнтацією зовнішніх стін на південь і північ за умови застосування енергоощадних режимів опалення на основі динамічної енергетичної моделі, створеної в програмному продукті EnergyPlus. Отримано такі результати:

- впровадження переривчастих режимів опалення призводить до зменшення споживання тепла до 13% для всього опалювального періоду. Для зимового періоду року економія становить (8...10) %, для періоду міжсезоння – до 25%.

- впровадження переривчастих режимів опалення призводить не лише до зменшення споживання тепла, а й до зниження від'ємних PMV в середньому на 20 %, не виходячи з допустимого діапазону умов комфортності (0,5...–0,5). Для приміщень з південною орієнтацією в період міжсезоння можливо додаткове зниження рівня опалення зі збереженням PMV у діапазоні умов комфортності.

- встановлення додаткового шару теплоізоляції підвищує умови комфортності за показником PMV, особливо для стін з північною орієнтацією.

Подальші дослідження полягатимуть в аналізі динамічної зміни ексергетичних показників теплового комфорту, та оцінці зміни енергоспоживання будівлі із врахуванням цієї зміни.

## Література

1 ДСТУ Б EN 15251: 2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та

акустики будівель. [Текст] / Чинний від 2013-07-01. - Київ: Мінрегіон України, 2012. - 71 с.

2 ДСТУ Б EN 15261: 2012. Розрахунок параметрів мікроклімату. [Текст] / Чинний від 2013-01-01. - Київ: Мінрегіон України, 2012. - 81 с.

3 ДСТУ Б EN ISO 7730: 2011. Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту. [Текст] / Чинний від 2013-01-01. - Київ: Мінрегіон України, 2012. - 74 с.

4 Fanger, P. O. (1973). Assessment of man's thermal comfort in practice. *British Journal of Industrial Medicine*, 30, 313–324.

5 Prek, M., Butala, V. (2017). Principles Comparison between Fanger's thermal comfort model and human exergy loss. *Energy*, 138, 228–237.

6 Humphreys, M., Nicol, F., Roaf, S. (2015). *Adaptive Thermal Comfort, Foundations and Analysis*, Routledge, Earthscan, London.

7 ASHRAE 554 2004. (2004). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.

8 Haddad, S., Osmond, P., King, S. (2019). Application of adaptive thermal comfort methods for Iranian schoolchildren. *Building Research and Information*, 47, 2, 173–189.

9 Hom, B., Rijal, Michael, A. Humphreys, & J. Fergus, Nicol. (2017). Towards an adaptive model for thermal comfort in Japanese offices, *Building Research & Information*, 45,7, 717–729. doi: 10.1080/09613218.2017.1288450.

10 Song, Y., Sun, Y., Luo, S., Tian, Z., Hou, J., Kim, J., Dear, R. (2018). Residential adaptive comfort in a humid continental climate – Tianjin China, *Energy and Buildings*, 170, 115–121.

11 Prek, M., Butala, V. (2010). Principles of exergy analysis of human heat and mass exchange with the indoor environment, *Int J Heat Mass Transf*, 53, 25–26:5806–14.

12 Shukuya, M., Saito, M., Isawa, K., Iwamatsu, T., Asada, H. (2009). Human-body Exergy Balance and Thermal Comfort. Draft Report for IEA/ECBCS/Annex49.

13 Shukuya, M. (2013). *Exergy: Theory and Applications in the Built Environment*, Berlin, Springer, 374.

14 Shukuya, M. (2018). "Exergetic Aspect of Human Thermal Comfort and Adaptation." *Sustainable Houses and Living in the Hot-Humid Climates of Asia*, Springer, Singapore, 123-129.

15 Juusela, M. A., Shukuya, M. (2014). Human body exergy consumption and thermal comfort of an office worker in typical and extreme weather conditions in Finland, *Energy and Buildings*, 76, 249-257.

16 Schweiker, M., et al. (2017). Challenging the assumptions for thermal sensation scales, *Building Research & Information*, 45, 5, 572-589.

17 Isawa, K. (2015). Human body exergy balance: numerical analysis of an indoor thermal environment of a passive wooden room in summer, *Buildings*, 5, 1055-1069.

18 Irina Bliuc, Laura Dumitrescu. (2007). Assessing thermal comfort of dwellings in summer using EnergyPlus. *Proceedings of Clima WellBeing Indoors*.

19 EnergyPlus Energy Simulation Software. Retrieved from <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus>.

20 Deshko, V.I., Buyak, N.A., Sukhodub, I.O. (2018). Influence of Subjective and Objective Thermal Comfort Parameters on Building Primary Fuel Energy Consumption, *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.3), 383-386.

21 International Weather for Energy Calculations. Retrieved from [https://energyplus.net/weatherlocation/europe\\_wmo\\_region\\_6/UKR/UKR\\_Kiev.333450\\_IWEC](https://energyplus.net/weatherlocation/europe_wmo_region_6/UKR/UKR_Kiev.333450_IWEC)

22 Дешко, В.І. Оцінка впливу заміни вікон на енергопотребу та умови комфорту в будівлі на основі динамічного моделювання. [Текст] / В.І. Дешко, Н.А. Буюк, І.Ю. Білоус, М.В. Гурєєв // Науковий журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія». – 3. – 52-62.

## References

1. DSTU B EN 15251: 2011. Rozrakhunkovi parametry mikroklimatu prymishchen dlia proektuvannia ta otsinky enerhetychnykh kharakterystyk budivel po vidnoshenniu do yakosti povitria, teplovoho komfortu, osvittleniia ta akustyky budivel. [Calculated parameters of the microclimate of premises for designing and estimation of energy characteristics of buildings in relation to air quality, heat comfort, lighting and acoustics of buildings]. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2012. 71. (ukr.)

2. DSTU B EN 15261: 2012, 2012, *Rozrakhunok parametriv mikroklimatu*. [Calculation of microclimate parameters]. Kyiv. Minrehion Ukrainy. 81. (ukr.)

3. DSTU B EN ISO 7730: 2011. Erhonomika teplovoho seredovyscha. Analitichne vyznachennia ta interpretatsiia teplovoho komfortu na osnovi rozrakhunkiv pokaznykiv PMV i PPD i kryteriiv lokalnogo teplovoho komfortu. [Ergonomics of the thermal environment. Analytical definition and interpretation of thermal comfort on the basis of calculations of PMV and PPD indices and criteria of local thermal comfort.]. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2012. 74. (ukr.)

4. Fanger, P. O. (1973). Assessment of man's thermal comfort in practice. *British Journal of Industrial Medicine*, 30, 313–324.

5. Prek, M., Butala, V. (2017). Principles Comparison between Fanger's thermal comfort model and human exergy loss. *Energy*, 138, 228–237.

6. Humphreys, M., Nicol, F., Roaf, S. (2015). *Adaptive Thermal Comfort, Foundations and Analysis*, Routledge, Earthscan, London.

7. ASHRAE 554 2004. (2004). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.

8. Haddad, S., Osmond, P., King, S. (2019). Application of adaptive thermal comfort methods for Iranian schoolchildren, *Building Research and Information*, 47, 2, 173-189.

9. Hom, B. Rijal, Michael, A. Humphreys, & J. Fergus, Nicol. (2017). Towards an adaptive model for thermal comfort in Japanese offices, *Building Research & Information*, 45, 7, 717-729. doi: 10.1080/09613218.2017.1288450.

10. Song, Y., Sun, Y., Luo, S., Tian, Z., Hou, J., Kim, J., Dear, R. (2018). Residential adaptive comfort in a humid continental climate – Tianjin China, *Energy and Buildings*, 170, 115-121.

11. Prek, M, Butala, V. (2010). Principles of exergy analysis of human heat and mass exchange with the indoor environment, *Int J Heat Mass Transf*, 53, 25-26:5806-14.

12. Shukuya, M., Saito, M., Isawa, K., Iwamatsu, T., Asada, H. (2009). Human-body Exergy Balance and Thermal Comfort. Draft Report for IEA/ECBCS/Annex49.

13. Shukuya, M. (2013). *Exergy: Theory and Applications in the Built Environment*, Berlin, Springer, 374.

14. Shukuya, M. (2018). "Exergetic Aspect of Human Thermal Comfort and Adaptation." *Sustainable Houses and Living in the Hot-Humid Climates of Asia*, Springer, Singapore, 123-129.

15. Juusela, M. A., Shukuya, M. (2014). Human body exergy consumption and thermal comfort of an office worker in typical and extreme weather conditions in Finland, *Energy and Buildings*, 76, 249-257.

16. Schweiker, M., et al. (2017). Challenging the assumptions for thermal sensation scales, *Building Research & Information*, 45, 5, 572-589.

17. Isawa, K. (2015). Human body exergy balance: numerical analysis of an indoor thermal environment of a passive wooden room in summer, *Buildings*, 5, 1055-1069.

18. Irina Bliuc, Laura Dumitrescu. (2007). Assessing thermal comfort of dwellings in summer using EnergyPlus. *Proceedings of Clima WellBeing Indoors*.

19. EnergyPlus Energy Simulation Software. Retrieved from <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus>.

20. Deshko, V.I., Buyak, N.A., Sukhodub, I.O. (2018). Influence of Subjective and Objective Thermal Comfort Parameters on Building Primary Fuel Energy Consumption, *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.3), 383-386.

21. International Weather for Energy Calculations. Retrieved from [https://energyplus.net/weatherlocation/europe\\_wmo\\_region\\_6/UKR/UKR\\_Kiev.333450\\_IWEC](https://energyplus.net/weatherlocation/europe_wmo_region_6/UKR/UKR_Kiev.333450_IWEC)

22. Deshko, V.I., Buiak, N.A., Bilous, I.Y., Hurieiev, M.V. (2018). Assessment of the influence of vacuum replacement on energy consumption and conditions of comfort in building on the basis of dynamic modeling, *Scientific journal "Energy: Economics, Technology, Ecology"*, 3, 52-62. (ukr.)

**Рецензент:** д-р техн. наук, с.н.с. О.М. Недбайло, Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна.

**Автор:** ДЕШКО Валерій Іванович  
доктор технічних наук, професор  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря  
Сікорського»  
E-mail – [te@kpi.ua](mailto:te@kpi.ua)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8218-3933>

**Автор:** БУЯК Надія Андріївна  
кандидат технічних наук  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря  
Сікорського»  
E-mail – [korovaj.te@gmail.com](mailto:korovaj.te@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0597-6945>

**Автор:** БІЛОУС Інна Юріївна  
кандидат технічних наук.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря  
Сікорського»  
E-mail – [bilous\\_inna@ukr.net](mailto:bilous_inna@ukr.net)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6640-103X>

**Автор:** ГОЛУБЕНКО Олександр Олександрович  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря  
Сікорського»  
E-mail – [agolubenko72@gmail.com](mailto:agolubenko72@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1419-4980>

**Автор:** ГУРЄВ Максим В'ячеславович  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря  
Сікорського»  
E-mail – [mksm2901@gmail.com](mailto:mksm2901@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0420-3609>

#### INFLUENCE OF HEATING INTERPTION PECULIARITIES ON THE CONDITIONS OF COMFORT IN THE IMPLEMENTATION OF ENERGY MODES OF HEATING IN BUILDINGS

V. Deshko, N. Buyak, I. Bilous, M. Hurieiev, O. Holubenko

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

*Taking into account that in the total energy balance of the country about 40% of energy consumption is spent on the functioning of buildings, the lion's share of which is the cost of heat energy. The article considers buildings of mass development of the 80's and buildings that meet modern requirements. For a detailed analysis of buildings energy characteristics a dynamic hourly simulation of representative premises is sufficient. The authors created mathematical models of representative premises of different orientation and thermophysical properties, thermal protection. The energy demand and thermal comfort indicators are analyzed for representative premises with different thermal protection, orientation and subject to the use of energy-saving heating regimes.*

*It is established that the implementation of intermittent heating regimes leads to a decrease in the consumption of heat up to 13% for the entire heating period. For the winter period of the year, the economy is (8 ... 10)%, for the period of the off-season - up to 25%. The presented percentage of thermal energy savings is determined by observing the normative temperature of air in the hours of people presence in the room.*

*It should be noted that the index of thermal comfort takes into account not only the internal temperature of the wind, but also the radiation temperature. The relationship between the change in the index of thermal comfort and environmental parameters is presented. The introduction of the intermittent heating mode not only reduces the consumption of heat, but also reduces the negative PMV by an average of 20%, but without departing from the permissible range of comfortable conditions (-0.5 ... 0.5). For southern orientation in the off-season, an additional reduction in the level of heating may occur, with the preservation of PMV in the comfort range.*

**Keywords:** energy need, comfort conditions, radiation temperature, intermittent heating.